LIQUEFIER MAINTENANCE

K. Kawano
Department of Physics, Kumamoto University

液化機保守について

概要

熊本大学のヘリウム液化システムが導入されて14年になる。ヘリウム液化機はKOCH1410で7000時間稼働した。液化機を本来の状態に保つために保守をするが、時として、人的ミスにより新たな故障を引き起こしてしまうことがある。このような状態の故障は、普通ありえない現象であり、修復に余計な経費や時間、労力がかることになる。

今回は人的ミスによる故障について体験したことを報告する。

1.1　250℃の不純ガスが液化機の中へ

ヘリウム液化は不純ガス乾燥器を再生した翌日に運転していた。乾燥器は水分を吸着させるためのモレキュラシーブスを4時間、250℃に加熱し、油回転ポンプで4時間、真空引きして再生させる。緊急に液体ヘリウムが必要になったためヘリウム液化運転開始と同時に不純ガス乾燥器を再生し、液化機起動から不純ガス運転に切換えるまでの3時間平行して行った後、乾燥器を通した不純ガスによる液化運転に切換えた。しばらくして液化機の温度バランスがおかしいのに気づいたが、すぐには原因がわからなかった。液化機を点検したところ不純ガス配管が手で触れないほど熱くなっているのに気付いた。乾燥器のモレキュラシーブスが保温材となり不純ヘリウムガスが250℃の高温になり、液化機の精製器が温められ温度バランスが崩れた。蒸気となった水分等が純ガスラインに入り込んだと判断し、すぐ液化機を止めた。液化機が完全に暖まるまで修復できないのでその間、液体ヘリウムを購入した。この分のヘリウムは回収容量を超えているため大気放出した。この後さらにミスが続き、液化機内を油回転ポンプで真空置換し始めて数分後に突然ポンプが止まった。すぐに液化機側のバルブを閉めて真空ゴム管をはずしてみた。オイル上りはなかったものの、液化機側に水滴が付着していた。油回転ポンプが停止した原因は、当日気温が低くかったことと、不純ガス乾燥器に使っていた油回転ポンプを使用したため乾燥器内の大量の水分がポンプのオイル溜めの中に入っていたのでポンプに負荷がかかったと思われる。このとき不純ガス乾燥器のフレキシブルチューブを使用したためフレキシブルチューブに付着していたかなりの水分が液化機へ逆流してしまった。

1.2　対策

①液液化運転終了後に乾燥器再生を行い、いつでも液化できる状態にしておく。
②液化機など重要な機器に水分などで汚れたポンプは使用しない。
③水分のあるものを引くポンプには油水分離装置を付ける。

2.1　不純ガス安全弁からオイル漏れ

実験で使用されたヘリウムガスは10立方メートルのヘリウムガスホルダーに一時蓄えられ、一定の量になると2台のヘリウムガス回収用コンプレッサが自動的に作動し、7m^3、150 kg/cm^2 ボンベ60本に詰められる。不純ガス運転では、このガスを35kg/cm^2 に減圧して使用するが、減圧弁の後の安全弁よりオイルがにじみ出ているのに気付き調べてみると、不純ガス高圧ライン配管及び不純ガスボンベ全てからオイルが検出された。ガスボンベは耐圧試験に出して洗浄してた。不純ガス高圧ライン配管の洗浄については、ヘリウム回収口より窒素ガスを入れ、回収ポンプで100立方メートルほどパージしたが、オイルの量は徐々に少なくなるものの完全に除去するまでには至っていない。

2.2 対策

ヘリウムガス回収コンプレッサは東亜潜水のＹＳ－75 とＹＳ-85 の 2 台を使用している。どちらも同じ大きさのアフターストレーナーが取付けてあり、ドレイン溜まりに溜まった油水分をドレインバルブより放出する。ヘリウムガスに含まれるミスト状のオイル等は、活性炭とフェルトで除去される。ドレイン溜まりは 200 cc程度しかなく、回収量やヘリウムガスの条件によってはしばらく放置しておくとドレイン溜まりをオーバーし、活性炭が油水に浸かってしまう。活性炭の量は 2 台とも 130g 充填できる。400 時間後に活性炭の量を計ってみると 230g になっていた。活性炭を取換えた後、出口部分に紙をあてがい、2 分ほどコンプレッサを起動してみた。ガスが当たった部分は水滴はつかなかったが、さらさら感のない湿気を含んだ状態となった。アフターストレーナーの出口からは常にわずかながら油水分が出ているものと思われる。今回の高圧系不純ガスラインのオイル上りは活性炭が完全に油水分で満たされてしまったため、活性炭の表面が油でコーティングされた状態となり吸着できなくなったと思われる。対策としては、ドレインバルブよりこまめにパージし、運転時間に合わせて活性炭を取換える。

3 人的ミスの対策

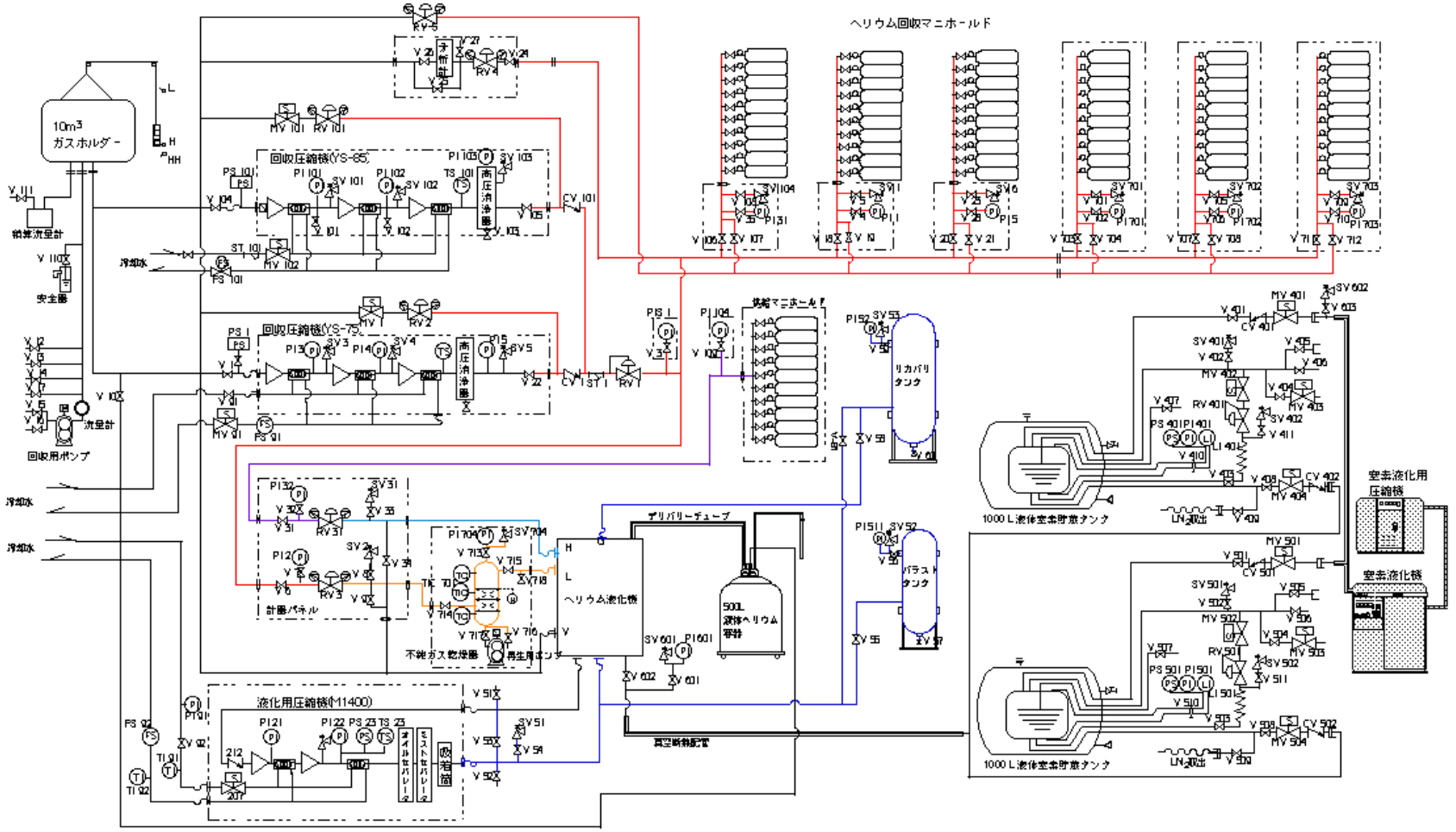
実務担当者が一人しか居ない場合、本人がミスに気付かなければ同じことを繰り返す。こうなると、どのような対策をとればよいのかわからない。気付かないからミスにつながるので、一つの対策として作業日誌を付けることにした。1 日の終に日誌を付けるのではなく、作業をしながら内容を書き出していく。書くことにより考える時間ができ、今行っている作業を冷静に判断できる。しかし、経験したことの無い作業等は、現在行っている行為が正しいのか判断できない。疑問や不安が少しでもあれば解決するまでは作業を中止すべきである。このような場合、経験者に聞くことが一番の解決法である。そのためには全国の液化室の現状を知ることも重要で、技術研究会への積極的な参加も対策の一つと言える。

4 おわりに

作業日誌を書きながらの作業は大変であるが、とりあえず継続することが大事である。全国の低温室でさまざまな故障等が発生していると思われる。これら故障の原因と対策を有効に活用できればミスはさらに少なくなり、人的、経済的負担の軽減につながるのではなかろうか。

参考文献

1）KOCH OPERATOR'S MANUAL
2）東亜潜水機「高圧コンプレッサー取扱説明書」



熊本大学ヘリウム液化システム図

⋈	手動弁	PRV	保圧弁
	電磁弁	P	圧力計
	圧力調整弁	FS	フロースイッチ
	安全弁	PS	圧力スイッチ
	逆止弁	TS	温度スイッチ
	ストレーナ	PIP	接点付圧力計

	純ヘリウムガス14.7MPa
	不純ヘリウムガス14.7MPa
	不純ヘリウムガス3.43MPa
	純ヘリウムガス0.68MPa
	純ヘリウムガス1.71MPa